

基于“双评价”的城镇开发边界划定技术 ——以湘潭县中心城区为例

项广鑫^{1,2}, 符金豪^{1,2}, 曾丽婷^{1,2}, 蒋星祥^{1,2}, 曾毅^{1,2}

(1. 国土资源评价与利用湖南省重点实验室, 长沙 410007; 2. 湖南省国土资源规划院, 长沙 410007)

摘要: 构建“生态—农业—建设综合统筹”的城镇开发边界划定技术模型, 即按“短板理论”计算空间约束下的县域建设开发建议规模, 按指标权重计算综合得分进行国土空间开发适宜性评价, 按生态优先、耕地保护优先原则确定地块规划功能, 结合城镇建设现状、社会经济发展和城乡协调发展等因素划定城镇开发边界。以湘潭县中心城区为例进行实证, 划定城镇开发边界 4500 hm²。结果表明: 与湘潭县土地利用总体规划规模边界、城市总体规划中心城区空间增长边界相比, 本次划定的城镇开发边界中生态极重要或极敏感区域由 3.49%、12.46% 降为 0, 新增建设用地占用耕地的比例由 53.26%、50.94% 降低到 21.02%, 新增建设用地年均增速相比降低了 45.65%。该技术模型对优化国土空间开发利用保护布局, 促进绿色发展、高质量发展起到了积极作用。

关键词: 资源环境; 承载能力; 适宜性; 评价; 城镇开发边界; 湘潭县

当前阶段, “双评价” (资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价) 主要服务于国土空间规划编制, 为科学有序统筹布局生态、农业、建设功能空间, 合理划定生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界等空间管控边界提供基础依据^[1-3]。关于“双评价”已有较多研究和实践, 资源环境承载能力评价方面, 随着对“人—地关系”的研究深入, 围绕“自然—社会—经济”开展了大量承载力研究, 提出了农业生态区域法、系统动力学法、生态足迹法、水足迹法、能值分析法、神经网络模型等技术方法^[1,3,4-11]。然而, 资源环境承载力研究仍未形成一套完整的理论, 尚未达到标准化、规范化、实用化和业务化, 研究结果与实践应用之间还有一定距离^[2,3,5]。国土空间开发适宜性评价研究主要集中在土地—人口—经济—环境等多要素约束下的土地适宜用途、限制性因素、适宜程度等, 发展出了多要素叠置、趋势模拟、生态位模型等评价方法^[12-15], 逐渐逼近国土空间开发和利用实践。

城镇开发边界划定是“双评价”的重要应用之一。划定城镇开发边界的主要方法有正向需求法和逆向扣除法^[16]。正向需求法主要根据城市发展方向和规模需求划定, 逆向扣除法主要是扣除法规政策不允许进行开发建设的区域 (生态保护红线、永久基本农田等) 后, 余下部分作为城镇开发边界^[16,17]。目前, 基于“双评价”划定城镇开发边界的技术方法研究较少, 更多的是集中在“多规合一”背景下协调土地利用规划的扩展边界与城市规划的中心城区空间增长边界之间的矛盾冲突, 协调形成城镇开发边界^[16,17]。

自然资源部印发的《资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价指南 (试行)》

收稿日期: 2020-02-15; 修订日期: 2020-05-12

基金项目: 湖南创新型省份建设专项 (2019SK2101)

作者简介: 项广鑫 (1988-), 男, 内蒙古赤峰人, 硕士, 工程师, 主要从事资源环境与国土空间规划研究。

E-mail: csuxiang@qq.com

原则性地提出了相关指标建议,但未规定评价应选取的具体指标和计算方法,未规定基于“双评价”的城镇开发边界划定技术方法。本文在此基础上,结合地方资源环境实际细化了“双评价”方法,构建了基于“双评价”的“生态—农业—建设综合统筹”城镇开发边界划定技术模型,并以湘潭县中心城区为例进行实证研究。

1 研究方法与数据来源

1.1 研究区概况

湘潭县县域面积2132.80 km²,位于湖南省中部偏东、湘江下游西岸,湘潭市西南部,介于112°25′~113°03′E、27°20′~28°05′N之间。与湘潭市区仅一江(湘江)之隔,距离株洲市中心城区约20 km,距离长沙市中心城区约40 km。湘潭县属长江中下游平原与江南丘陵的交错地带,南岳北脉。涟水、涓水把全县分割为三个地域,形成西北、西南、东南三面高,中部、东北部低,向东北湘江开口的倾斜盆地。地貌以平原、岗地为主,其中平原占全县总面积的39.54%,岗地占35.21%,丘陵占18.61%,山地占6.64%。

湘潭县中心城区位于易俗河镇,与其北边的湘潭市城区以湘江为界。易俗河镇总面积21214.95 hm²,其中农用地占77.79%,建设用地占17.97%,其他类型的土地占4.24%。

湘潭县处于长株潭城市群核心圈层,2011—2018年常住人口平均增长率为0.57%,2018年城镇化率45.85%,全县地区生产总值比上年增长8.6%,初步形成了以天易示范区、青山桥皮鞋工业园、杨河工业园、茶恩竹木产业园、花石湘莲产业园为基础的“一区多园”产业格局。综合来看,湘潭县尚未进入收缩期,是具有较大发展潜力的中小城市,具有典型性和代表性。

湘潭县已划定了生态保护红线(2018年)和永久基本农田(2017年),尚未划定城镇开发边界。

1.2 数据来源

土地利用变更调查(2018年)、第二次土地调查(2009年)、地理国情普查(2014年)、农用地质量分等定级、遥感影像、坡度、湘潭县土地利用总体规划(2006—2020年,2016年修订版)数据来源于湖南省自然资源部门,地质灾害易发程度、洪涝干旱冻害数据、湘潭县城市总体规划(2009—2020年)数据来源于湘潭县自然资源部门,森林植被类型、自然保护区、森林公园、湿地公园、地质公园、生态公益林等数据来源于湘潭县林业部门,生态保护红线、大气环境监测数据、水环境监测数据、水资源等数据来源于湘潭县环保、水利部门。

把收集到的数据转化为gdb格式数据,并经过坐标转换、空间矫正统一为2000国家大地坐标系,然后将各指标数据空间叠加到50 m×50 m网格上。

1.3 技术方法

在“双评价”基础上,构建“生态—农业—建设综合统筹”的城镇开发边界划定技术模型,即建设开发承载能力约束城镇规模,国土空间开发适宜性控制建设用地布局,同时综合考虑经济社会、道路交通、现状城镇建设等情况划定城镇开发边界(图1)。

1.3.1 资源环境承载能力与国土空间开发适宜性的内在逻辑

资源环境承载能力与国土空间开发适宜性既是两个独立的概念又有紧密的联系。

自然资源部印发的《资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价指南(试行)》定义资源环境承载能力为一定地域范围内资源环境要素能够支撑农业生产、城镇建设等

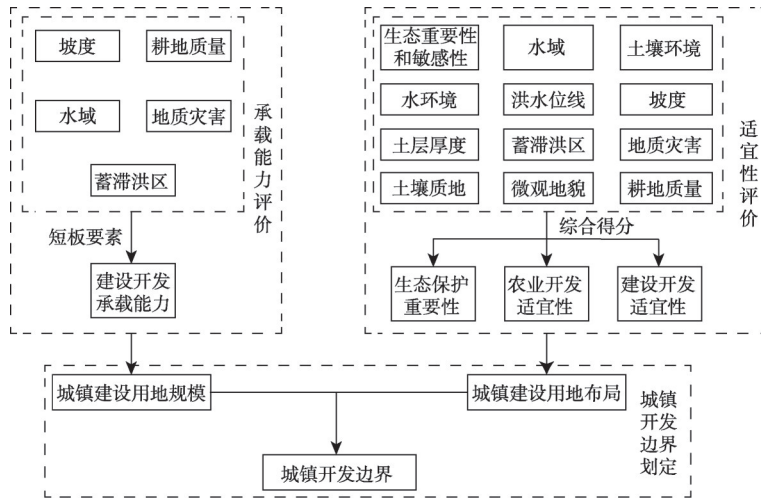


图1 基于“双评价”的城镇开发边界划定技术路线

Fig. 1 Technology roadmap of urban development boundary demarcation based on evaluations of carrying capacity of resources environment and suitability of land space development

人类活动的最大合理规模；国土空间开发适宜性为在维系生态系统健康和国土安全的前提下，综合考虑资源环境等要素条件，特定国土空间进行农业生产、城镇建设等人类活动的适宜程度。从此定义来看，资源环境承载能力描述的是区域自然条件对生态保护的需求和对人类农业生产、建设开发的支撑能力，尺度上侧重于区域性（可以是水系流域等自然地理区域，也可以是乡镇、县、省、国家等行政区域）。国土空间开发适宜性则是具体到区域内某一具体地块（或网格单元）对生态保护、建设开发、农业生产等开发利用保护方式的适宜程度。

二者之间的联系体现为，对某一功能（生态功能、农业生产、建设开发）而言，区域资源环境承载能力高则区域内对应功能适宜性高的面积占比高，反之亦然。例如，某区域对建设开发的承载能力高，则该区域内可能有80%的地块单元适宜建设开发，20%的地块单元（湖泊、河流、山体、湿地等）不适合建设开发。

1.3.2 建设开发承载能力评价技术方法

理论上，水资源是约束建设开发承载能力的主要指标。湘潭县境内有湘江、涟水、涓水等水系，境内河长5 km以上的河流共81条，年平均降水日150天，年平均降水量1300 mm，水资源丰富，故认为湘潭县水资源对建设开发承载规模的影响较低。因此，本文主要考虑空间约束下的建设开发规模，即在不考虑人类对自然条件改造的情形下，按短板理论计算各指标对建设开发的承载等级。针对湘潭县的资源环境特点，选取坡度、水域、耕地质量、地质灾害易发程度、蓄滞洪区作为约束指标。坡度大于25°、水域、蓄滞洪区难以承载建设开发，故将对应的建设开发承载能力等级设置为低（I级）。以此按各空间约束指标对建设开发的支撑能力进行分级（表1）。在此基础上取各约束指标的最低等级作为建设开发承载能力等级。

在建设开发承载能力等级为II、III、IV、V级基础上，依次扣除生态保护红线、永久基本农田、生态保护极重要极敏感区、连片分布的优质耕地（高于区域平均利用等），以及难以满足城镇建设的细碎地块等，同时考虑耕地保有量指标，得出县域建设开发建

表1 建设开发承载能力评价指标和分级标准

指标	指标分类	分级
坡度/(°)	> 25	低 (I级)
	(15, 25]	较低 (II级)
	(8, 15]	中 (III级)
	(0, 8]	高 (V级)
水域	河流、湖泊、水库等	低 (I级)
耕地质量	耕地质量劣于评价区域平均利用等	中 (III级)
	耕地质量优于评价区域平均利用等	较低 (II级)
地质灾害易发程度	高易发区	较低 (II级)
	中易发区	中 (III级)
	低易发区	较高 (IV级)
	其他	高 (V级)
蓄滞洪区	蓄滞洪区范围内	低 (I级)

议规模 $Z_{建}$ 。

1.3.3 国土空间开发适宜性评价技术方法

国土空间开发适宜性源于土地适宜性^[18-20]。土地适宜性的概念基本已成共识,即土地适宜性为一定条件下一定范围内的土地对某种用途的适宜程度^[20]。国土空间开发适宜性评价的目的在于从空间上合理组织和安排国土空间开发利用活动。人类对国土空间的开发主要为在保持生态系统良好前提下的农业生产和建设开发^[19-21]。保持生态系统良好方面,主要强调农业生产和建设开发要遵循自然生态过程^[14,15,19,20]。农业生产适宜性主要考虑水文、土壤等自然地理属性与作物生长的匹配^[19]。建设开发适宜性强调在自然条件稳定、良好的区域布局城镇建设等^[20]。因此,国土空间开发适宜性评价主要考虑生态保护重要性、农业生产适宜性、建设开发适宜性评价。

生态保护重要性评价方面,湖南省生态保护红线划定(2018年)时已按原环境保护部《生态保护红线划定技术指南(2017年版)》中关于生态重要性评价、生态敏感性评价的技术方法进行了评价。本文直接采用其评价成果,用ArcGIS软件中的自然断点法将其重分类为高度重要/高度敏感、较重要/较敏感、一般重要/一般敏感、不重要/不敏感四个等级。

农业生产适宜性评价和建设开发适宜性评价的基本思路如下:

首先,定性分析区域内具体指标对农业生产、建设开发的限制性,对禁止性指标“一票否决”:生态极重要或极敏感区、水域、土壤环境劣于农用地土壤污染风险管制值的区域、水环境劣于农田灌溉用水水质基本控制项目标准值的区域、洪水水位线以下区域、坡度大于25°的区域、土层厚度小于30 cm的区域直接定为禁止农业生产区;生态极重要或极敏感区域、水域、土壤环境劣于建设用地土壤污染风险管制值的区域、洪水水位线以下区域、坡度大于25°的区域直接定为禁止建设开发区。

然后,考虑人类对自然条件的改造作用,对限制性指标设定不同的分值(分值越高表示越适宜)、权重,进行综合打分,确定适宜性等级。其中,各限制性指标的等级分值、权重根据专家打分法和各指标数据的分布、精度综合确定,综合适宜性得分按式(1)计算。

$$L = \prod J_i \times \sum w_k X_k \quad (1)$$

式中： L 为综合适宜性得分； i 为禁止性指标编号； J_i 为第 i 个禁止性指标的得分； k 为限制性指标编号； w_k 为限制性指标的权重； X_k 为第 k 个限制性指标的得分。农业生产、建设开发适宜性评价的指标体系见表2、表3。

采用 ArcGIS 软件中的自然断点法确定农业生产适宜性分级标准为 $L=0$ 为不适宜， $0 < L \leq 65$ 为一般适宜， $65 < L \leq 85$ 为较适宜， $85 < L \leq 100$ 为高适宜；建设开发适宜性分级标准为 $L=0$ 为不适宜， $0 < L \leq 75$ 为一般适宜， $75 < L \leq 85$ 为较适宜， $85 < L \leq 100$ 为高适宜。

1.3.4 “生态—农业—建设综合统筹”城镇开发边界划定技术模型

(1) 确定城镇建设用地规模

以建设开发承载能力评价中得出的县域建设开发建议规模 $Z_{建}$ 为基础，按下述方法确定县域城镇建设用地规模：

设县域根据发展需要预测的城镇建设用地规模为 $S_{城}$ ，村庄建设用地规模为 $S_{村}$ ，则 $S_{城}$ 、 $S_{村}$ 须满足 $S_{城}+S_{村} < Z_{建}$ 。如不满足，则需调减规模至满足上述条件，以此确定城镇建设用地规模 $S_{城}$ 。

(2) 确定三大地类优先区

以国土空间开发适宜性为基础，在 ArcGIS 中按以下步骤确定三大地类优先区：

① 将生态保护重要性和敏感性、建设开发适宜性、农业开发适宜性评价等级按从高到低赋值为3、2、1、0，分别得到属性 [STZYX]、[STMGX]、[JSSYX]、[NYSYX]。

② 计算建设用地、生态用地、农业用地的优先分值。添加 [F_CZ]、[F_ST]、[F_NY] 属性，分别代表建设用地、生态用地、农业用地的优先分值，计算方法为：

$$\begin{aligned} [F_CZ] &= 2 \times [JSSYX] - [NYSYX] - \max([STZYX], [STMGX]) \\ [F_NY] &= 2 \times [NYSYX] - [JSSYX] - \max([STZYX], [STMGX]) \\ [F_ST] &= 2 \times \max([STZYX], [STMGX]) - [NYSYX] - [JSSYX] \end{aligned} \quad (2)$$

③ 初步划定建设优先区、生态优先区、农业优先区。方法为：

比较建设用地、生态用地、农业用地的优先分值的大小，如果 $[F_CZ] > [F_NY]$ 且 $[F_CZ] > [F_ST]$ ，则划分为建设优先区；如果 $[F_NY] > [F_CZ]$ 且 $[F_NY] > [F_ST]$ ，则划分为农业优先区；如果 $[F_ST] > [F_CZ]$ 且 $[F_ST] > [F_NY]$ ，则划分为生态优先区。

当 $[F_CZ]=[F_ST]$ 、 $[F_NY]=[F_CZ]$ 或 $[F_NY]=[F_ST]$ 时，则对比生态重要性和敏感性、建设开发适宜性、农业开发适宜性评价时所考虑的指标情况，按照生态优先、耕地保护优先的原则划分。例如某评价单元 $[F_CZ]=[F_ST]$ ，该评价单元为森林，坡度为15~25°，故将其划分为生态优先区。

④ 根据建设用地、生态用地、农业用地的实际功能需要微调三大地类优先区布局。例如，各地类以适当集中为宜，某评价单元初步划分为建设优先区，但其远离其他集中的建设用地，考虑到其周围的评价单元均为生态优先区，故将其调整为生态优先区。

(3) 城镇开发边界统筹落地

以建设优先区为底图，以城镇建设用地规模为约束，综合考虑经济社会、道路交通、现状城镇建设等情况，统筹划定城镇开发边界：① 城镇开发边界要避让生态保护红线和永久基本农田；② 尊重现有的合理、合法建设，把现状城镇建设用地中符合相关法规政策、准入条件的区域纳入城镇开发边界；③ 考虑经济社会条件，按城镇的发展定位，判断其发展方向，开发边界应沿现状城镇边界外扩布局；④ 开发边界应涵盖已建

表2 农业生产适宜性评价指标体系

Table 2 Factors of suitability evaluation of agricultural production

类型	指标	指标分类	分值 ($J_{农i}$ 、 $X_{农k}$)	权重 ($w_{农k}$)
禁止性 指标	生态重要性和敏感性	生态极重要或极敏感区域	0	
		其他	1	
	水域	河流、湖泊、水库等	0	
		其他	1	
	土壤环境	劣于农用地土壤污染风险管制值 [按《土壤环境质量—农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)]	0	
		优于农用地土壤污染风险管制值 [按《土壤环境质量—农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)]	1	
	水环境	劣于农田灌溉用水水质基本控制项目标准值 [按《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005)]	0	
		优于农田灌溉用水水质基本控制项目标准值 [按《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005)]	1	
	洪水水位线	河流、湖泊洪水水位线以下	0	
		河流、湖泊洪水水位线以上	1	
	坡度/(°)	> 25	0	
土层厚度/cm	< 30	0		
限制性 指标	生态重要性和敏感性	高度重要或高度敏感	20	0.2
		中等重要或中度敏感	60	
		一般重要/不重要或一般敏感/不敏感	100	
	坡度/(°)	(15, 25]	20	0.2
		(8, 15]	60	
		(2, 8]	80	
		[0, 2]	100	
	蓄滞洪区	重要蓄滞洪区	30	0.1
		一般蓄滞洪区	50	
		蓄滞洪保留区	70	
		非蓄滞洪区	100	
	地质灾害易发程度	高易发区	60	0.05
		中易发区	80	
		低易发区	90	
		其他	100	
	土层厚度/cm	[30, 60)	60	0.15
		[60, 90)	80	
		≥ 90	100	
	土壤质地	砾质土	10	0.2
		壤质砂土、砂质壤土、砂质粘土、壤质粘土、粉砂质粘土、粘土	50	
壤土、粉砂质壤土、砂质粘壤土、粘壤土、粉砂质粘壤土		100		
微观地貌	山肩、山顶	10	0.1	
	背坡	30		
	麓坡	60		
	趾坡、岗地	90		
	平原、台地	100		

表3 建设开发适宜性评价指标体系

Table 3 Factors of suitability evaluation of construction development

类型	指标	分类	分值 ($J_{建设i}$ 、 $X_{建设k}$)	权重
禁止性 指标	生态重要性和敏感性	生态极重要或极敏感区	0	
		其他区域	1	
	水域	河流、湖泊、水库等	0	
		其他	1	
	洪水水位线	河流、湖泊洪水水位线以下	0	
		河流、湖泊洪水水位线以上	1	
坡度/(°)	> 25	0		
限制性 指标	生态重要性和敏感性	高度重要或高度敏感	30	0.4
		中等重要或中度敏感	60	
		一般重要或一般敏感	100	
	耕地质量	耕地质量高于评价区域平均利用等	20	0.25
		耕地质量低于评价区域平均利用等	60	
	坡度	大于25%，且小于等于46.63% (25°)	10	0.25
		≤25%	100	
	地质灾害易发程度	高易发区	40	0.05
		中易发区	60	
		低易发区	80	
		无地质灾害风险	100	
	蓄滞洪区	蓄滞洪区	20	0.05
其他		100		

成、正在建设、已规划的主要道路、站点等所带动的发展区域；⑤ 开发边界应影响、辐射较多的村庄，便于推动公共服务向农村延伸、社会事业向农村覆盖，构建全民覆盖、普惠共享、城乡一体的基本公共服务体系，促进城乡融合；⑥ 为便于行政管理，对城镇开发边界界线进行修正，使其与行政边界、现状建设边界、自然地理边界尽量一致。

2 湘潭县中心城区城镇开发边界划定实践

2.1 湘潭县“双评价”结果

(1) 国土空间开发适宜性评价结果

湘潭县生态保护不重要或不敏感、一般重要或一般敏感、中度重要或中度敏感、高度重要或高度敏感的占比分别为43.80%、2.41%、21.73%、32.06%。高度重要或高度敏感的区域位于南部和西南部山地森林茂盛区域，生态公益林分布广。易俗河镇不重要或不敏感、一般重要或一般敏感、中度重要或中度敏感、高度重要或高度敏感的占比分别为50.95%、2.54%、24.74%、21.77%，分布见图2a。

湘潭县农业生产不适宜、低适宜、中适宜、高适宜占比分别为20.76%、12.68%、21.99%、44.57%。农业生产高适宜区主要分布于湘江、涓水、涟水等河流沿岸，中适宜区、低适宜区分布在高适宜区的外围。易俗河镇农业生产不适宜、低适宜、中适宜、高适宜占比分别为14.70%、7.57%、25.15%、52.58%，分布见图2b。

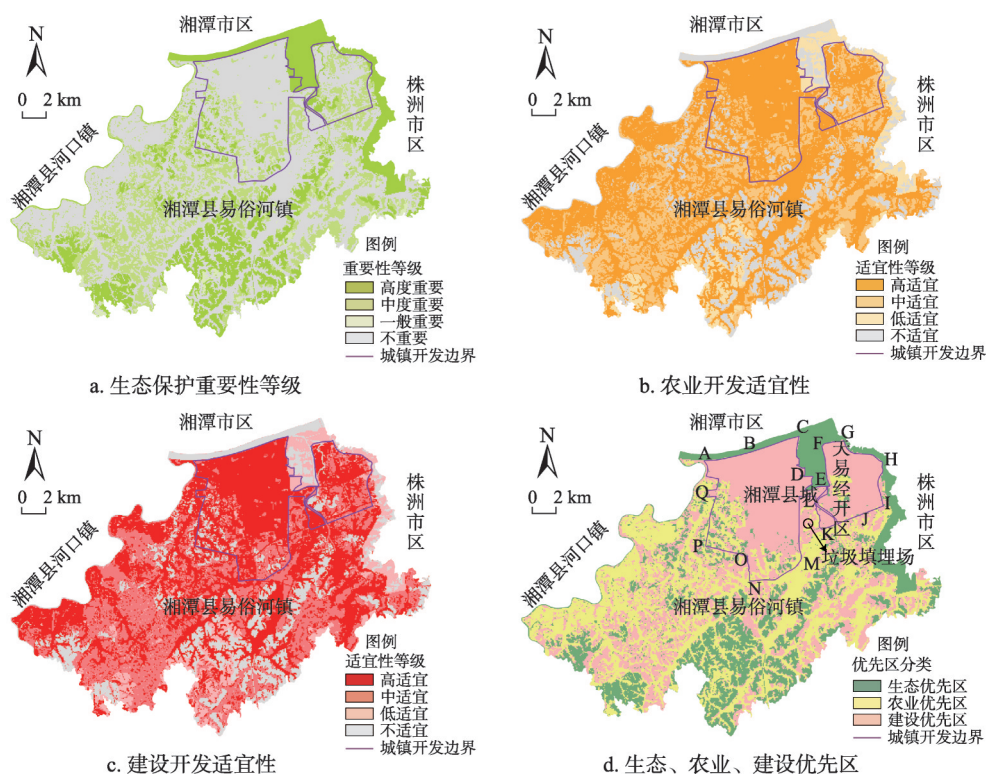


图2 湘潭县易俗河镇国土空间开发适宜性分布及三大类地优先区

Fig. 2 Suitability distribution of land space development and priority areas of ecology, agriculture and construction in Yisuhe town, Xiangtan county

湘潭县建设开发不适宜、低适宜、中适宜、高适宜占比分别为20.76%、14.71%、22.30%、42.23%。湘潭县适宜进行建设开发的土地集中分布在涓水、涟水两岸以及县城易俗河镇，在其他乡镇呈零散分布。易俗河镇建设开发不适宜、低适宜、中适宜、高适宜占比分别为14.70%、9.89%、30.43%、44.98%，分布见图2c。

(2) 建设开发承载能力评价结果

湘潭县建设开发承载等级为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ级的占比分别为20.76%、16.46%、49.49%、1.54%、11.74%，中心城区所在的易俗河镇建设开发承载能力等级高。在建设开发承载能力等级为Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ级基础上，除去土地利用现状为水域和水利设施用地、交通运输用地、永久基本农田、生态保护红线，在满足耕地保有量情况下，湘潭县建设开发建议规模为27398.51 hm^2 。

2.2 湘潭县中心城区城镇开发边界划定

(1) 确定规模

湘潭县相关部门根据人口发展趋势、历年用地增长速度、产业发展等情况综合预测至2035年建设用地规模需求为26100.04 hm^2 ，小于建设开发建议规模，故支持其预测规模。

指标分解中，考虑到中心城区所在的易俗河镇建设开发承载等级Ⅳ、Ⅴ级的面积为4507.42 hm^2 ，故分解给中心城区城镇建设用地规模4500 hm^2 。易俗河镇以国土空间开发适宜性为基础划分的建设用地优先区面积为7586.13 hm^2 ，可以满足其中心城区城镇建设用地布局的需求。

综上，最终确定湘潭县中心城区城镇建设用地规模4500 hm²。

(2) 城镇开发边界落地

首先在ArcGIS软件中确定三大地类优先区(图2d)，然后结合建设开发适宜性评价结果，按以下步骤确定城镇建设用地布局并最终确定开发边界：

① 以县城和天易经开区建成区为基础外扩。从其区位条件、交通条件和城镇发展定位，确定其发展方向为西、南方向。

② 在ArcGIS中对湘潭县现状村庄进行核密度分析，按城镇建设影响、辐射较多的村庄，促进城乡融合的目标进一步确定布局方向(图3)。

③ 界线最终确定(图4)。A~B~C段以湘江为界；C~D~E~F~G段以绿心(长沙、株洲、湘潭三市共同划定的以生态功能为主的特殊保护区)范围为界；G~H~I段以已建成的紫竹路为界；I~J~K~L段以天易经开区已批复范围为基础划定；K~L~M段呈“n”型为受垃圾填埋场限制；L~M段以已建成的梧桐南路为界；M~N~O~P~Q~A段综合考虑生态重要性和敏感性、农业生产适宜性评价结果，尽量避开生态重要区、少占耕地，其中Q点为建成区，O~P段以建成的湘莲大道为界。

开发边界内的生态优先区、农业优先区划分为特别用途区、弹性发展区。

3 “生态—农业—建设综合统筹”技术模型的积极作用

3.1 与传统方法的比较

土地利用总体规划中，没有“城

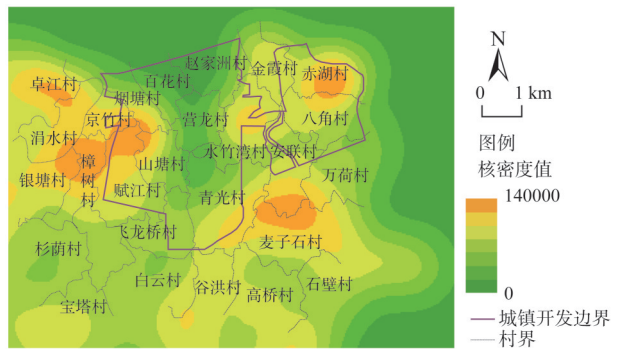


图3 湘潭县中心城区城镇开发边界与村庄核密度分析
Fig. 3 Village kernel density and urban development boundary of the central city of Xiangtan

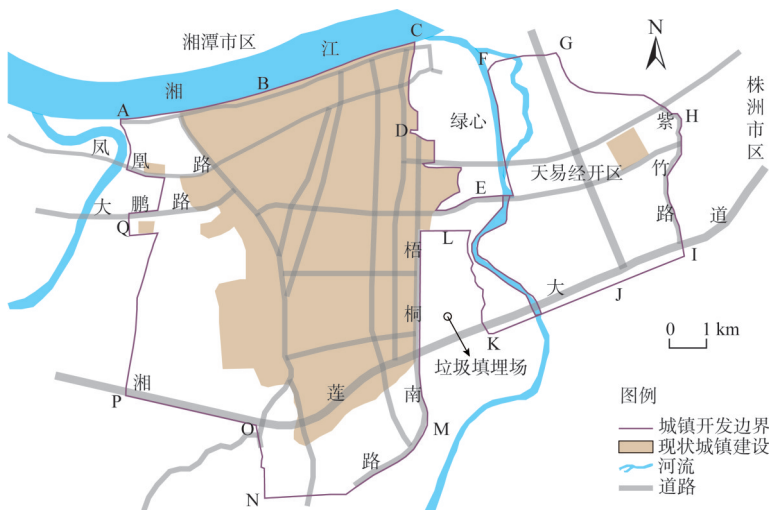


图4 湘潭县中心城区城镇开发边界与现状城镇建设、河流、道路位置关系
Fig. 4 The relationship between urban development boundary and the current urban construction, river and road location in the central city of Xiangtan

镇开发边界”的概念,与之相似的为“扩展边界”(可以进行城乡建设的范围界线,由允许建设区和有条件建设区组成)。根据《县级土地利用总体规划编制规程》(TD/T 1024-2010)，“扩展边界”划定时,规模方面主要根据基于人口预测的土地需求和基于农用地整理复垦、低效建设用地整治等的土地供给潜力确定。布局方面,在建设用地适宜性评价基础上,按照有利发展、保护资源和环境、有利于节约集约用地的要求划定,避让优质耕地和重要的生态环境用地。

城市总体规划中,《城市规划编制办法》提到了“中心城区空间增长边界”,目的是限定建设用地规模和范围。《中共中央国务院关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》(中发〔2016〕6号)提出“划定城市开发边界,根据资源禀赋和环境承载能力,引导调控城市规模,优化城市空间布局和形态功能,确定城市建设约束性指标”。在此基础上,部分省市制定了相关技术指南,提出通过土地承载力、水资源承载力、水环境容量以及大气环境容量测算区域所能承载的最大人口规模,按照人均城市建设用地指标测算建设用地规模;在城市用地评价(城镇建设适宜性)、城市发展方向、弹性空间调整幅度取值确定的基础上,同时考虑范围内刚性控制要素,确定建设布局。

综合来看,土规扩展边界、城规中心城区空间增长边界划定技术方法有以下缺点:(1)以需定地。二者均强调以人口规模预测建设用地规模,实际操作中较多城市以做大人口规模的方式争取建设用地规模的最大化。(2)未充分考虑资源环境对城市发展的约束。土地利用总体规划中的扩展边界划定中虽提出了保护资源和环境,但未给出具体的可操作的方法。大部分省市城规中心城区空间增长边界划定仅考虑了土地承载力、水资源承载力、水环境容量以及大气环境容量的约束。在“以需定地”的推动下,城市建设节约集约程度不高,盲目扩张导致资源消耗超出当地资源承载力。(3)未统筹考虑土地的多宜性。土地利用总体规划、城市总体规划侧重对土地建设开发适宜性的评价,较少考虑土地的生态功能重要性、农业开发适宜性等。规划中建设开发仍然粗放,建设用地大面积占用生态用地,挖山填湖现象时有发生,导致人均就近享有的生态空间下降,就近可获得的生态功能和生态服务降低;城市周边优质耕地被大面积占用,影响粮食安全。

与上述传统方法相比,本文提出的基于“双评价”的城镇开发边界划定技术方法克服了上述缺点,充分考虑了生态环境、土地资源、水资源、自然灾害等要素对建设开发的限制性影响。

3.2 对优化国土空间开发利用保护布局的作用

在城镇开发边界划定中,以资源环境承载能力控制建设开发规模上限,以生态优先、耕地保护优先的国土空间开发多宜性比较限制建设用地布局,对优化国土空间开发利用保护布局,促进绿色发展、高质量发展起到了积极作用。主要体现在以下几个方面:

(1) 充分落实生态优先、耕地保护优先

在建设开发适宜性中,首先考虑生态要素,定性分析区域内具体指标对建设开发的限制性,对禁止性指标“一票否决”:已经明确的自然保护地、生态极重要或极敏感区域、水域、洪水水位线以下区域、坡度大于25°的区域直接定为禁止建设开发区;充分考虑耕地质量指标,降低耕地质量指标的分值,提高权重,引导建设开发少占优质耕地。在建设用地布局选址上,比较同一地块的生态重要性和敏感性、农业开发适宜性、建设开发适宜性等级,按照生态优先、耕地保护优先原则确定地块规划功能。

本次城镇开发边界划定中未划入生态极重要或极敏感区域，而湘潭县中心城区土地利用总体规划规模边界中有3.49%为生态极重要或极敏感区域（其中生态公益林147.01 hm²），城市总体规划中心城区空间增长边界中有12.46%为生态极重要或极敏感区域（其中生态公益林1028.40 hm²）。从湘潭县中心城区土地利用总体规划规模边界、城市总体规划中心城区空间增长边界、国土空间规划城镇开发边界内新增建设用地占地类结构对比（表4）可以看出，国土空间规划城镇开发边界内新增建设用地占用耕地的比例由土规规模边界的53.26%、城规中心城区空间增长边界的50.94%（其中永久基本农田1252.79 hm²）降低到21.02%，减少了建设开发对耕地的占用。

表4 湘潭县中心城区建设开发控制性边界内新增建设用地占地类结构

Table 4 The structure of new construction land occupation within the control boundaries of construction and development in the central city of Xiangtan (%)

边界内新增建设用地占地类	土地利用总体规划规模边界	城市总体规划中心城区空间增长边界	国土空间规划城镇开发边界
林地	30.08 (含公益林)	29.42 (含公益林)	49.72 (全部为非公益林)
耕地	53.26	50.94 (含永久基本农田)	21.02
园地	0.17	0.29	0.26
采矿用地	0.92	1.22	3.64
坑塘水面	8.71	8.64	12.57
其他类型的土地	6.85	9.49	12.79

(2) 促进节约集约用地

《湘潭县土地利用总体规划（2006—2020年）》（2016年修订版）、《湘潭县县城城市总体规划（2009—2020年）》互相校核后，规划从2014—2020年，湘潭县中心城区新增城镇建设用地1659.00 hm²，平均增速为276.5 hm²/年。按本文提出的方法，湘潭县中心城区划定城镇开发边界从2018年到2035年增加城镇建设用地2554.96 hm²，平均增速为150.29 hm²/年，与土规、城规年均增速相比降低了45.65%，有效促进了节约集约用地。

(3) 促进城乡协调发展

建立健全城乡融合发展体制机制和政策体系是党的十九大作出的重大决策部署。国土空间规划是落实该决策的重要基础手段和保障。2019年4月，《中共中央国务院关于建立健全城乡融合发展体制机制和政策体系的意见》明确提出以城带乡，构建促进城乡规划布局、要素配置、产业发展、基础设施、公共服务、生态保护等相互融合和协同发展的体制机制。湘潭县中心城区土地利用总体规划规模边界、城市总体规划中心城区空间增长边界划定中未考虑城乡协调发展因素。本文提出城镇开发边界划定中要充分考虑城乡融合发展，开发边界应影响、辐射较多的村庄。在湘潭县中心城区城镇开发边界的划定中，以村庄分布核密度分析为基础，城镇开发边界划入或辐射了村庄分布集中区域，有利于推动公共服务向农村延伸、社会事业向农村覆盖、城乡基础设施一体化，能够有效促进农村分享城市发展红利，更好地服务于乡村振兴。

4 结论与讨论

本文结合湘潭县资源环境实际细化“双评价”方法，构建基于“双评价”的“生态

“一农业—建设综合统筹”城镇开发边界划定技术模型,以湘潭县中心城区为例对该技术方法进行实践应用,为城镇开发边界划定提供切实有效的技术路径,充实了当前“双评价”领域的研究。与土规扩展边界、城规中心城区空间增长边界划定技术方法相比,本文提出的方法弥补了传统方法仅仅以需定地、未充分考虑资源环境对城市发展的约束、未统筹考虑土地的多宜性等不足,充分落实了生态优先和耕地保护优先,促进节约集约用地和城乡协调发展,对优化国土空间开发利用保护布局,促进绿色发展、高质量发展起到积极作用。

从实践角度而言,“双评价”和城镇开发边界划定技术方法在以下方面值得后续深入研究:(1)目前的“双评价”只考虑自然资源环境本底条件。对建成区而言,其自然资源环境已经过充分改造,建设开发承载能力和适宜性都较高。建议建成区的“双评价”从生态环境影响、土地利用效率、空间结构和功能等方面入手,识别建成区存在的问题,进而指导在国土空间规划中对建成区进行国土空间布局优化。(2)国土资源环境承载能力与资源禀赋、技术手段、社会经济和价值观念等因素密切相关,其本质上具有动态性和综合性。未来国土资源环境问题的成因、调控对策及发展趋势是关注重点,故对区域国土资源环境承载能力的动态变化分析和趋势预测研究显得十分重要。如何构建数字化、网络化、智能化的资源环境承载能力监测预警技术平台、建立资源环境承载能力的动态监测、预警和定期发布制度、制定配套的政策引导机制和国土空间开发风险防控制度将是下一阶段重点问题。(3)资源环境承载力的阈值界定与关键参数确定、标准化评价与综合计量等是一大难点。“双评价”涉及到的要素和数据量大、种类多、意义不同。如何应用恰当的数学模型和地理信息技术,从繁多的数据中科学合理地分析各个指标的内在逻辑,构建与实际相符的“双评价”体系,仍然有待更深入地探索。(4)建议按照不同城市的发展阶段,构建有针对性的城镇开发边界划定方法,在开发和保护之间寻找平衡,既满足绿色发展、高质量发展需求,又为可持续发展留足空间。

参考文献(References):

- [1] 郝庆,邓玲,封志明.国土空间规划中的承载力反思:概念,理论与实践.自然资源学报,2019,34(10):2073-2086. [HAO Q, DENG L, FENG Z M. Carrying capacity reconsidered in spatial planning: Concepts, methods and applications. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(10): 2073-2086.]
- [2] 岳文泽,王田雨.资源环境承载力评价与国土空间规划的逻辑问题.中国土地科学,2019,33(3):1-8. [YUE W Z, WANG T Y. Logical problems on the evaluation of resources and environment carrying capacity for territorial spatial planning. *China Land Science*, 2019, 33(3): 1-8.]
- [3] 殷志强,李瑞敏,李小磊,等.地质资源环境承载力研究进展与发展方向.中国地质,2018,45(6):1103-1115. [YIN Z Q, LI R M, LI X L, et al. Research progress and future development directions of geo-resources and environment carrying capacity. *Geology in China*, 2018, 45(6): 1103-1115.]
- [4] 方创琳,贾克敬,李广东,等.市县土地生态—生产—生活承载力测度指标体系及核算模型解析.生态学报,2017,37(15):5198-5209. [FANG C L, JIA K J, LI G D, et al. Theoretical analysis of the index system and calculation model of carrying capacity of land ecological-production-living spaces from county scale. *Acta Ecologica Sinica*, 2017, 37(15): 5198-5209.]
- [5] 靳利飞,刘天科,周璞.新形势下我国国土资源环境承载力研究进展.国土资源情报,2018,(6):18-23. [JIN L F, LIU T K, ZHOU P. Research progress of land resources and environment carrying capacity under the new situation. *Land and Resources Information*, 2018, (6): 18-23.]
- [6] 吕一河,傅微,李婷,等.区域资源环境综合承载力研究进展与展望.地理科学进展,2018,37(1):130-138. [LYU Y H, FU W, LI T, et al. Progress and prospects of research on integrated carrying capacity of regional resources and environ-

- ment. *Progress in Geography*, 2018, 37(1): 130-138.]
- [7] 封志明, 李鹏. 承载力概念的源起与发展: 基于资源环境视角的讨论. *自然资源学报*, 2018, 33(9): 1475-1489. [FENG Z M, LI P. The genesis and evolution of the concept of carrying capacity: A view of natural resources and environment. *Journal of Natural Resources*, 2018, 33(9): 1475-1489.]
- [8] 封志明, 杨艳昭, 闫慧敏, 等. 百年来的资源环境承载力研究: 从理论到实践. *资源科学*, 2017, 39(3): 379-395. [FENG Z M, YANG Y Z, YAN H M, et al. A review of resources and environment carrying capacity research since the 20th century: From theory to practice. *Resources Science*, 2017, 39(3): 379-395.]
- [9] 樊杰, 王亚飞, 汤青, 等. 全国资源环境承载能力监测预警(2014版)学术思路与总体技术流程. *地理科学*, 2015, 35(1): 1-10. [FAN J, WANG Y F, TANG Q, et al. Academic thought and technical progress of monitoring and early-warning of the national resources and environment carrying capacity (V2014). *Scientia Geographica Sinica*, 2015, 35(1): 1-10.]
- [10] 贾克敬, 张辉, 徐小黎, 等. 面向空间开发利用的土地资源承载力评价技术. *地理科学进展*, 2017, 36(3): 335-341. [JIA K J, ZHANG H, XU X L, et al. Evaluation techniques of land resources carrying capacity catering to land development and utilization. *Progress in Geography*, 2017, 36(3): 335-341.]
- [11] 李亚民, 杨楠, 李瑞敏, 等. 基于复合系统协调度的地质环境承载能力定量评价方法研究. *水文地质工程地质*, 2018, 45(2): 96-101. [LI Y M, YANG N, LI R M, et al. Research on quantitative evaluation method of carrying capacity based on coordination degree of geological environment-socioeconomic complex system. *Hydrogeology and Engineering Geology*, 2018, 45(2): 96-101.]
- [12] 唐常春, 孙威. 长江流域国土空间开发适宜性综合评价. *地理学报*, 2012, 67(12): 1587-1598. [TANG C C, SUN W. Comprehensive evaluation of land spatial development suitability of the Yangtze River Basin. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(12): 1587-1598.]
- [13] 钟珊, 赵小敏, 郭熙, 等. 基于空间适宜性评价和人口承载力的贵溪市中心城区城市开发边界的划定. *自然资源学报*, 2018, 33(5): 83-94. [ZHONG S, ZHAO X M, GUO X, et al. Delimitation of urban growth boundary based on spatial suitability evaluation and population carrying capacity in Guixi county. *Journal of Natural Resources*, 2018, 33(5): 83-94.]
- [14] 孙伟, 陈雯. 市域空间开发适宜性分区与布局引导研究: 以宁波市为例. *自然资源学报*, 2009, 24(3): 402-413. [SUN W, CHEN W. Regionalization of spatial potential development and distribution guidance: A case study of Ningbo city. *Journal of Natural Resources*, 2009, 24(3): 402-413.]
- [15] 党丽娟, 徐勇, 汤青, 等. 广西西江沿岸后备适宜建设用地潜力及空间分布. *自然资源学报*, 2014, 29(3): 387-397. [DANG L J, XU Y, TANG Q, et al. Potential and spatial distribution of suitable construction land along the Xijiang riverside in Guangxi. *Journal of Natural Resources*, 2014, 29(3): 387-397.]
- [16] 张年国, 王娜, 殷健. 国土空间规划“三条控制线”划定的沈阳实践与优化探索. *自然资源学报*, 2019, 34(10): 2175-2185. [ZHANG N G, WANG N, YIN J. Shenyang's practice and optimizing exploration of "Three Control Lines" in territorial spatial planning. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(10): 2175-2185.]
- [17] 高晓路, 吴丹贤, 周侃, 等. 国土空间规划中城镇空间和城镇开发边界的划定. *地理研究*, 2019, 38(10): 2458-2472. [GAO X L, WU D X, ZHOU K, et al. The urban space and urban development boundary under the framework of territory spatial planning. *Geographical Research*, 2019, 38(10): 2458-2472.]
- [18] 项广鑫, 曾毅, 蒋星祥, 等. 基于DEA模型的矿产资源承载能力评价: 以湖南省资源型县为例. *地质通报*, 2020, 39(1): 108-113. [XIANG G X, ZENG Y, JIANG X X, et al. Carrying capacity of mineral resources of counties based on DEA: A case study of resource-based counties in Hunan province. *Geological Bulletin of China*, 2020, 39(1): 108-113.]
- [19] 曾毅, 项广鑫, 蒋星祥, 等. 基于国土空间自然适宜性的三类空间划分方法: 以湖南省为例. *地质通报*, 2020, 39(1): 138-145. [ZENG Y, XIANG G X, JIANG X X, et al. The method of three kinds of space division based on natural suitability of land space: A case study of Hunan province. *Geological Bulletin of China*, 2020, 39(1): 138-145.]
- [20] 喻忠磊, 张文新, 梁进社, 等. 国土空间开发建设适宜性评价研究进展. *地理科学进展*, 2015, 34(9): 1107-1122. [YU Z L, ZHANG W X, LIANG J S, et al. Progress in evaluating suitability of spatial development and construction land. *Progress in Geography*, 2015, 34(9): 1107-1122.]
- [21] 吴艳娟, 杨艳昭, 杨玲, 等. 基于“三生空间”的城市国土空间开发建设适宜性评价: 以宁波市为例. *资源科学*, 2016, 38(11): 2072-2081. [WU Y J, YANG Y Z, YANG L, et al. Land spatial development and suitability for city construction based on ecological-living-industrial space: Take Ningbo city as an example. *Resources Science*, 2016, 38(11): 2072-2081.]

Demarcation technology of urban development boundary based on evaluation of carrying capacity of resources environment and suitability of land space development: A case study of the central city of Xiangtan county

XIANG Guang-xin^{1,2}, FU Jin-hao^{1,2}, ZENG Li-ting^{1,2}, JIANG Xing-xiang^{1,2}, ZENG Yi^{1,2}

(1. Hunan Key Lab of Land & Resource Evaluation & Utilization, Changsha 410007, China;

2. Hunan Planning Institute of Land and Resources, Changsha 410007, China)

Abstract: To construct the model of "Ecology- Agriculture- Construction Comprehensive Planning" for delimitation techniques of urban development boundary, this paper calculates the proposed scale of county construction and development under spatial constraints based on "Short Board Theory", evaluates the suitability of land space development by calculating the comprehensive score according to the index weight, determines the land plot planning function and identifies construction priority areas in accordance with the principle of ecological priority and cultivated land protection priority. Then on these bases, the urban development boundary shall be delimited according to the urban construction conditions, laws and regulations, social and economic development, urban and rural coordinated development and other factors, with the priority areas as the base map and the scale of urban construction land as the basis. Through the empirical research on the central area of Xiangtan county, the urban development boundary of 4500 hectares has been determined. Compared with the scale boundary of the land-use master plan and the spatial growth boundary of the central district of the urban master plan, the technical model fully considers the restrictive effects of ecological environment, land resources, water resources, natural disasters and other factors on construction and development. The ecologically important or sensitive areas in the urban development boundary have been reduced from 3.49%, 12.46% to 0. The proportion of cultivated land occupied by new construction has been reduced from 53.26%, 50.94% to 21.02%, without occupying permanent basic farmland and ecological forests. The average annual growth rate of new construction land has been reduced by 45.65%, which is divided into or radiated into the concentrated area of village distribution. There are some problems in the traditional methods, such as determining the scale of construction land in the light of the development needs without considering the constraints of resources and environment on urban development, and ignoring the multiple suitability of land, etc. The research result shows that the technical model proposed in this paper makes up for the above shortcomings, so as to realize the priority of ecology and farmland protection, and promote conservation and intensive land use and urban- rural coordinated development. In addition, it can play a positive role in optimizing the layout of land space development, utilization and protection, and boosting green and high-quality development.

Keywords: resources and environment; carrying capacity; suitability; evaluation; urban development boundary; Xiangtan